

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
**СТАРООСКОЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.А. УГАРОВА**  
(филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
**СТИ НИТУ «МИСИС»**

Рабочая программа утверждена  
решением Ученого совета  
СТИ НИТУ «МИСИС»  
от «24» июня 2025 г.  
протокол № 26

## Рабочая программа дисциплины

### Теплотехника

Закреплена за кафедрой Кафедра металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой  
Направление подготовки 22.03.02 Металлургия  
Профиль Технология производства металлизированного сырья  
Квалификация **Бакалавр**  
Форма обучения **Очная**  
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе:  
аудиторные занятия 51  
самостоятельная работа 93  
часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:  
экзамен 4

#### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	4		Итого	
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Лабораторные	17	17	17	17
Практические	17	17	17	17
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	93	93	93	93
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого:	180	180	180	180

Год набора 2025.

Программу составил(и):  
доцент, кандидат технических наук, доцент  
Черменев Евгений Александрович

*Должность, уч. ст., уч. зв. ФПО полностью*

  
*подпись*

Рабочая программа дисциплины

**Теплотехника**

*наименование*

Разработана в соответствии с ОС ВО НИТУ МИСИС:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallurgy (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана 2025 года

22.03.02 Metallurgy,

Профиль: Технология производства металлизированного сырья,

утвержденного Ученым советом СТИ НИТУ «МИСИС» 24.06.2025г. протокол № 26.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Металлургии и металловедения им. С.П. Угаровой**

*наименование кафедры*

Протокол от « 05 » июня 2025 г. № 8

Зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой

  
*подпись*

А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

Руководитель ОПОП ВО

зав. кафедрой ММ им. С.П. Угаровой, кандидат технических наук, доцент

  
*подпись*

А.В. Сазонов

«05» июня 2025 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

Цель освоения дисциплины – теоретически и практически обучить будущих специалистов методам получения и преобразования энергии, расчетам потоков жидкости и газа в такой степени, чтобы они могли выбирать и эксплуатировать необходимое оборудование в областях металлургии и теплоэнергетики при максимальной экономии топливно-энергетических ресурсов и материалов, интенсификации технологических процессов и защите окружающей среды.

Задачи дисциплины:

- овладение студентами основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определение параметров их работы, тепловой эффективности, проведение термодинамического анализа циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации КПД.
- изучение основных практических приложений по динамике идеальных и вязких жидкостей и газов;
- получение обучающимися основ знаний в области устройств для обработки, подачи и перемещения жидкостей, необходимых для дальнейшего изучения специальных дисциплин и практической деятельности по специальности.

## 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	математика
2.1.2.	физика
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Методы и аппараты очистки газов и воды
2.2.2	Методы контроля и анализа веществ
2.2.3	Тепловая работа и конструкция металлургических печей
2.2.4	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты

## 3. ИНДИКАТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ, СОВМЕЩЕННЫЕ С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

**УК-1: способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач**

Знать:	УК-1-31 основные свойства и параметры состояния термодинамических систем, и законы преобразования энергии УК-1-32 законы течения жидкости и газа
Уметь:	УК-1-У1 рассчитывать циклы тепловых двигателей и различные системы трубопроводов УК-1-У2 анализировать результаты расчетов и принимать обоснованно соответствующие решения при решении задач технической термодинамики и механики жидкости и газа
Владеть:	УК-1-В1 методами анализа эффективности термодинамических процессов металлургического производства УК-1-В2 методами расчета потоков жидкости и газа

**ОПК-1: способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя знания фундаментальных наук, методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания**

Знать:	ОПК-1-31 основные методики расчета термодинамических систем, физические основы процессов преобразования и передачи энергии в термодинамических системах; ОПК-1-32 методологические и терминологические основы статики и динамики жидкостей и газов.
Уметь:	ОПК-1-У1 анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах, применяющихся в области металлургии, выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности ОПК-1-У2 обосновывать практические инженерные решения по транспорту жидкостей и газов в трубопроводах и каналах, по изменению характера их движения, по выбору оборудования для эвакуации продуктов сгорания.
Владеть:	ОПК-1-В1 принципами анализа теплотехнических систем ОПК-1-В2 навыками применения базовых математических, естественнонаучных и технических знаний для решения инженерных задач в профессиональной области.

**ПК-2: выполнение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ**

Знать:	ПК-2-31 законы и модели технической термодинамики с целью повышения эффективности термодинамических процессов в области металлургии ПК-2-32методы и способы исследований теплотехнических систем, преобразующих тепловую энергию в другие её виды; основные принципы расчёта энергосистем и подходы к оценке их эффективности
Уметь:	ПК-2-У1 выбирать оптимальные условия протекающих процессов в теплотехнических системах; анализировать циклы теплосиловых установок ПК-2-У2 применять знания в области технической термодинамики и механики жидкости и газов для

	научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
Владеть:	ПК-2-В1 новыми методами исследований и навыками их применения в практических ситуациях выбора того или иного оборудования; решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр	Количество часов	Компетенции	Литература и электронные ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1</b> <b>Техническая термодинамика</b>					
1.1	Введение. Цель и задачи курса. Основные понятия и определения. Термодинамическая система. Параметры состояния. Уравнение состояния и термодинамический процесс. Смесь идеальных газов. /Лек/	4	2	УК-1-З1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-2-З1 ПК-2-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
1.2	Параметры состояния рабочего тела. Основные газовые законы. /Пр/	4	2	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В2 ПК-2-З2 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.4	
1.3	Рабочее тело в тепловых машинах. Универсальное состояние идеального газа. Подготовка к практическому занятию. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	8	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-З1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.1 Л 2.4 Л 3.2 Л 3.3	
1.4	Первое начало термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия. Теплоемкость газа. Термодинамические процессы в идеальном газе. /Лек/	4	2	УК-1-З1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-2-З1 ПК-2-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6 Э 1	
1.5	Определение отношения молярных теплоемкостей газа $\gamma = C_p / C_v$ методом адиабатического расширения. /Лаб/	4	2	УК-1-У2 УК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-З1	Л 3.2 Л 2.4 Л 2.5	
1.6	Основные термодинамические процессы. /Пр/	4	2	УК-1-З1 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-З1 ОПК-1-В2 ПК-2-З2 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.4	
1.7	Тепловая диаграмма в $pV$ - и $TS$ - координатах. Подготовка к лабораторному и практическому занятиям. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	10	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-У1	Л 1.1 Л 2.4 Л 3.2 Л 3.3	

				ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У2 ПК-2-В1		
1.8	Основные положения второго закона термодинамики. Круговые процессы. Прямой цикл С. Карно. Энтропия. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6 Э 2 Э 4	
1.9	Циклы основных энергетических процессов. /Пр/	4	3	УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-В2 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л 1.1 Л 1.2 Л 2.4	
1.10	Обратный цикл Карно. Подготовка к практическому занятию. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	11	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.1 Л 2.4 Л 3.2 Л 3.3	
1.11	Реальные газы и пары. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовый переход. Термодинамические диаграммы состояния веществ. Влажный воздух. /Лек/	4	2	УК-1-31 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В2 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.6	
1.12	Изучение свойств влажного воздуха и методов контроля его параметров. /Лаб/	4	3	УК-1-У2 УК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-31	Л 3.2 Л 2.4 Л 2.5	
1.13	Истечение и дросселирование газов и паров. Практическое использование процесса дросселирования. Подготовка к лабораторному занятию. /Ср/	4	11	УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.1 Л 2.4 Л 3.2 Л 3.3 Э 3	
	<b>Раздел 2</b> <b>Механика жидкости и газа</b>					
2.1	Основные понятия МЖГ. Физические свойства жидкостей и газов. /Лек/	4	1	УК-1-32 УК-1-У2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5 Э 5	
2.2	Основные физические свойства жидкостей и газов: плотность, температурное расширение, вязкость. /Пр/	4	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2	Л 3.1 Л 2.3 Л 1.5	

				УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.6 Л 2.5	
2.3	Предмет механики жидкости и газа. Примеры гидромеханических задач из различных отраслей техники. Гипотеза сплошности. Подготовка к практическому занятию. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	10	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 3.1 Л 3.2 Л 3.3	
2.4	Элементы гидростатики и кинематики сплошной среды. /Лек/	4	2	УК-1-32 УК-1-У2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5	
2.5	Основы гидростатики. /Пр/	4	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 3.1 Л 2.3 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5	
2.6	Изучение приборов и методов определения давления. /Лаб/	4	2	УК-1-У2 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-В2	Л 3.2 Л 2.4 Л 2.5	
2.7	Приборы для измерения давления в жидкостях и газах. Подготовка к лабораторному и практическому занятиям. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	10	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 3.1 Л 3.2 Л 3.3	
2.8	Виды движения жидкости. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли. /Лек/	4	2	УК-1-32 УК-1-У2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5 Э 6	
2.9	Применение уравнения Бернулли для гидравлических расчетов. /Пр/	4	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 3.1 Л 2.3 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5	
2.10	Иллюстрация уравнения Бернулли для сложного трубопровода, диаграмма напоров. /Лаб/	4	4	УК-1-У2 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-В2	Л 3.2 Л 2.4 Л 2.5	
2.11	Вывод уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости. Подготовка к лабораторному и практическому занятиям. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	11	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У2	Л 1.5 Л 1.6 Л 3.1 Л 3.2	

				ПК-2-В1	Л 3.3	
2.12	Режимы движения жидкости. Гидравлические сопротивления. Гидравлический расчет трубопроводов /Лек/	4	2	УК-1-32 УК-1-У2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5 Э 7	
2.13	Расчет потерь давления на трение и местные сопротивления. /Пр/	4	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 3.1 Л 2.3 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5	
2.14	Исследование характеристик трубопроводов при различных режимах течения. /Лаб/	4	2	УК-1-У2 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-В2	Л 3.2 Л 2.4 Л 2.5	
2.15	Зависимость коэффициента местного сопротивления от числа Рейнольдса и геометрических параметров. Подготовка к лабораторному и практическому занятиям. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	11	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 3.1 Л 3.2 Л 3.3	
2.16	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Теория подобия и моделирования. /Лек/	4	2	УК-1-32 УК-1-У2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5 Э 8	
2.17	Истечение из отверстий и насадок различной формы. /Пр/	4	2	УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-У2 ОПК-1-В2 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 3.1 Л 2.3 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.5	
2.18	Определение коэффициента истечения из насадок различной формы. /Лаб/	4	4	УК-1-У2 УК-1-У2 УК-1-В2 ОПК-1-32 ОПК-1-В2	Л 3.2 Л 2.4 Л 2.5	
2.19	Связь между критериями подобия. Основная теорема теории подобия. Принципы физического моделирования. Подготовка к лабораторному и практическому занятиям. Выполнение домашнего задания. /Ср/	4	11	УК-1-У1 УК-1-У2 ОПК-1-В1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 1.5 Л 1.6 Л 3.1 Л 3.2 Л 3.3	
	Часы на контроль /Контроль/	4	36	УК-1-31 УК-1-32 УК-1-У1 УК-1-У2 УК-1-В1 УК-1-В2 ОПК-1-31 ОПК-1-32 ОПК-1-У1	Л 1.1 Л 1.2 Л 1.3 Л 1.4 Л 1.5 Л 1.6 Л 2.1 Л 2.2 Л 2.5	

				ОПК-1-У2 ОПК-1-В1 ОПК-1-В2 ПК-2-31 ПК-2-32 ПК-2-У1 ПК-2-У2 ПК-2-В1	Л 2.6	
--	--	--	--	---	-------	--

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

1. Какие условия необходимо соблюдать, чтобы термодинамический процесс был обратимым? Что является причиной необратимости реальных термодинамических процессов? (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ПК-2-31, ПК-2-32)
2. Почему внутреннюю энергию, энтальпию и энтропию рабочего тела называют параметрами или функциями состояния, а теплоту и работу функциями процесса? (УК-1-У2, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
3. В чем сущность 1-го закона термодинамики? Напишите уравнение первого закона термодинамики, объясните входящие в него величины. (УК-1-31, УК-1-У2, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-В1)
4. В чем сущность второго закона термодинамики? (УК-1-31, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
5. Приведите основные формулировки второго закона термодинамики и дайте его аналитическое выражение для обратимых и необратимых процессов. Покажите, что цикл Карно является наивыгоднейшим. (УК-1-У2, УК-1-В1, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-В2)
6. Виды теплоемкостей. Напишите уравнение количества теплоты через среднюю теплоемкость. (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-У2, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
7. Приведите уравнение работы в произвольном процессе и покажите, что работа является функцией процесса. (УК-1-31, УК-1-В1, ОПК-1-31, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
8. Приведите определение идеального и реального газа. Основные законы идеальных газов. (УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1)
9. Приведите определение удельной газовой постоянной и универсальной газовой постоянной, в каких единицах они выражаются и физический смысл газовой постоянной. (УК-1-31, УК-1-У2, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В2)
10. Что такое теплоемкость при постоянном давлении и теплоемкость при постоянном объеме? Почему теплоемкость газа при постоянном давлении больше теплоемкости при постоянном объеме? (УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1)
11. Изобразите в диаграммах PV и TS процесс парообразования для водяного пара и объясните характерные области, линии и точки, нанесенные на них. (УК-1-31, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
12. Чем характерны критическая и тройная точки? Каковы значения их параметров для воды? (УК-1-У2, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
13. Какой пар называется сухим насыщенным? Изобразите на диаграммах PV, TS и hS обратимый адиабатный процесс расширения перегретого пара до состояния сухого насыщенного пара. Дайте необходимые пояснения. (УК-1-У2, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-В1)
14. Изобразите на диаграммах PV, TS и hS изобарный процесс нагревания влажного насыщенного водяного пара до состояния перегретого пара. Дайте необходимые пояснения. (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
15. Изобразите идеальный цикл двигателя внутреннего сгорания с изобарным подводом тепла в PV и TS диаграммах. Отчего зависит к.п.д. этого цикла? (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
16. Изобразите идеальный цикл двигателя внутреннего сгорания со смешанным подводом тепла в PV и TS диаграммах. Отчего зависит к.п.д. этого цикла (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
17. Приведите принципиальную схему паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина, изобразите этот цикл в координатах PV, TS и hS. (УК-1-У2, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-В2)
18. Изобразите идеальный цикл двигателя внутреннего сгорания с изохорным подводом тепла в PV и TS диаграммах. Отчего зависит к.п.д. этого цикла. (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
19. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном объеме. (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
20. Цикл газотурбинной установки с подводом теплоты при постоянном давлении. (УК-1-31, УК-1-У1, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
21. Сравнение циклов газотурбинных установок. (УК-1-31, УК-1-В1, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1,



- ПК-2-У2, ПК-2-В1)
22. Сравнение циклов двигателей внутреннего сгорания. (УК-1-31, УК-1-В1, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
  23. Структура и особенности жидкого и газообразного состояния. Гипотеза сплошности. Предмет и методы МЖГ. (УК-1-32, УК-1-У1, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-У1, ПК-2-У2)
  24. Основные физические свойства жидкости и газа (Текучесть, плотность, сжимаемость, температурное расширение, поверхностное натяжение). (УК-1-32, УК-1-У2, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  25. Закон вязкого трения И. Ньютона. Вязкость. Свойства газов. Понятие об идеальной жидкости. (УК-1-32, УК-1-У1, УК-1-В2, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  26. Основы кинематики и динамики жидкости. Классификация движений. (УК-1-32, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  27. Уравнение неразрывности для сжимаемой и несжимаемой жидкости. Средняя скорость. (УК-1-32, УК-1-У2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В2, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  28. Силы, действующие в жидкости. Гидростатическое давление и его свойства. Давление абсолютное, избыточное и разрежение. (УК-1-У2, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  29. Равновесие жидкости под действием силы тяжести. Распределение давления по глубине. (УК-1-32, УК-1-У2, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  30. Измерение давления высотой столба жидкости. Приборы для измерения давления. (УК-1-32, УК-1-У1, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
  31. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса и его критические значения. Основные гидравлические элементы потока: живое сечение, средняя скорость, гидравлический радиус, смоченный периметр, расход. (УК-1-У2, ОПК-1-32, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У2, ПК-2-В2)
  32. Вывод уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости. Уравнение Эйлера как выражение закона сохранения импульса (или принципа Д. Аламбера) для движущейся сплошной невязкой среды. (УК-1-32, УК-1-У1, УК-1-В2, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-У2)
  33. Уравнение Д. Бернулли для идеальной жидкости. Энергетический и гидравлический смысл. (УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-В2)
  34. Уравнение Д. Бернулли для потока реальной жидкости. Энергетический и гидравлический смысл. (УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-В2)
  35. Уравнение Д. Бернулли в единицах давления. Правила применения уравнения Бернулли. (УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-В2)
  36. Потери энергии при движении жидкости. Потери давления по длине. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
  37. Потери давления на местных сопротивлениях. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
  38. Ламинарный режим движения жидкости. Распределение скорости и потери давления при ламинарном движении. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
  39. Турбулентный режим движения жидкости. Распределение скорости и потери давления при турбулентном режиме. (УК-1-32, УК-1-У1, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В1, ПК-2-31, ПК-2-У2, ПК-2-В1)
  40. Коэффициент трения. Эквивалентная шероховатость. (УК-1-У2, УК-1-В2, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-В2)
  41. Графики Никурадзе и Мурина. (УК-1-У2, УК-1-В2, ОПК-1-В1, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-В2)
  42. Истечение жидкости при постоянном напоре из отверстия с острыми кромками. (УК-1-32, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-32, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  43. Истечение жидкости из насадок и сопел. (УК-1-32, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-32, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  44. Особенности истечения газов. (УК-1-32, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-32, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)
  45. Значение теории подобия. Понятие о физическом подобии и моделировании. (УК-1-32, УК-1-У1, УК-1-В2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ПК-2-31, ПК-2-32, ПК-2-У1, ПК-2-У2, ПК-2-В1, ПК-2-В2)

## 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине

В семестре 4 по курсу предусмотрены экзамен. По ходу изучения дисциплины обучающийся должен выполнить следующие работы:

- 1) Домашнее задание (УК-1-31; УК-1-32; УК-1-У1; УК-1-В1; УК-1-В2; ОПК-1-31; ОПК-1-32; ОПК-1-У1; ОПК-1-У2; ОПК-1-В1; ОПК-1-В2; ПК-2-У1)

Домашнее задание по теплотехнике содержит в себе задачи, составленные по следующим темам:

- расчёт термодинамического цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания
- физические свойства жидкостей; гидростатика;
- гидродинамика; уравнение Бернулли; гидравлические сопротивления;
- истечение жидкостей из отверстий и через насадки;
- расчет трубопроводов

После каждой задачи приведены контрольные вопросы, на которые необходимо ответить в письменном виде. Задачи и теоретические вопросы по вариантам представлены в учебно-методическом пособии для выполнения домашних заданий (код Л 3.3). При защите домашнего задания по просьбе преподавателя студент должен дать более подробные пояснения по приведенным вопросам и ходу решения задачи.

2) *Выполнение и защита лабораторных работ* (УК-1-У2; УК-1-У2; УК-1-В2; ОПК-1-32; ОПК-1-В2; ПК-2-31)

По ходу изучения дисциплины обучающийся должен выполнить шесть лабораторных работ, название которых приведены в разделе 4 настоящей РПД. В лабораторном практикуме (код Л 3.2) подробно изложено теоретическое введение, описание установок, порядок выполнения и обработки результатов эксперимента. Также в практикуме после каждой работы даны контрольные вопросы, выносимые на защиту. Перечень лабораторных установок, необходимых для выполнения работ приведен в разделе 7.1 настоящей РПД.

3) *Решение задач на практических занятиях* (УК-1-31; УК-1-32; УК-1-У1; УК-1-У2; УК-1-В2; ОПК-1-32; ОПК-1-У2; УК-1-В1; ОПК-1-31; ОПК-1-В2; ПК-2-32; ПК-2-У1; ПК-2-У2; ПК-2-В1)

В учебно-методическом пособии для практических занятий (код Л 2.4 по разделу 1 «Техническая термодинамика» и код Л 3.1 по разделу 2 «Механика жидкости и газа») изложена теория по каждой теме курса применительно к практическим работам, приведен перечень задач, решаемых студентами на практических занятиях. Каждый раздел кроме задач для самостоятельного решения содержит примеры решения типовых задач.

1) *Итоговая контрольная работа в виде теста.*

*Примерный перечень вопросов для подготовки к контрольному тестированию*

Вопросы к тестовому заданию по разделу 1 «Техническая термодинамика» (УК-1-31, УК-1-У2, УК-1-В1, ОПК-1-31, ОПК-1-У1, ОПК-1-В2, ПК-2-31, ПК-2-У1, УК-1-У1, ПК-2-32, ПК-2-В1)

1. В технической термодинамике тепловой двигатель – источник...
2. Закрытая, открытая термодинамические системы.
3. Чему равен удельный объем газа, если его общий объем  $V$ ,  $m^3$ , а масса  $m$ , кг?
4. Цикл ДВС – это цикл с...
5. Универсальная газовая постоянная.
6. Работа, внутренняя энергия, количество теплоты
7. Массовой, объемная, молярная доли  $i$ -го компонента смеси?
8. Какие величины являются функцией процесса, а какие функцией состояния?
9. Степень предварительного расширения ДВС, степень сжатия ДВС.
10. В каком из приведенных ниже процессов все тепло идет на увеличение внутренней энергии?
11. В каком из приведенных ниже процессов с идеальным газом все тепло идет на совершение работы?
12. В каком из приведенных ниже процессов работа полностью затрачивается на увеличение внутренней энергии?
13. Укажите правильное соотношение между  $c_p$  и  $c_v$  идеальных газов.
14. Как подсчитать изменение внутренней энергии в произвольном термодинамическом процессе?
15. В каком из указанных процессов энтропия увеличивается?
16. Укажите процесс на  $p-v$  – диаграмме, соответствующий сжатию газа с показателем  $n=1$ .
17. Какое из следующих выражений является уравнением изохоры идеального газа?
18. Какое из следующих выражений является уравнением адиабаты идеального газа?
19. Какое из следующих выражений является уравнением изобары идеального газа?
20. Какой из процессов, приведенных на  $Ts$ - диаграмме, соответствует расширению идеального газа с показателем  $n=k$ ?
21. Какой из представленных на диаграмме процессов соответствует политропе расширения (сжатия) с определенным показателем политропы  $n$ ?
22. Прямой цикл Карно состоит из...
23. Термический КПД цикла определяется соотношением
24. Взято по одному молю гелия, неона и аргона при одинаковой температуре. У какого газа внутренняя энергия самая большая?
25. Какая работа (Дж) совершается при изохорном нагревании одного моля идеального газа на  $t$  К?
26. Уравнении Ван-дер-Ваальса
27. Области на  $p-v$  диаграмме воды и водяного пара.
28. Основные линии  $ts$  и  $hs$  диаграмм.

Вопросы к тестовому заданию по разделу 2 «Механика жидкости и газа» (УК-1-32, УК-1-У2, ОПК-1-32, ОПК-1-У2, ОПК-1-В2, ПК-2-У2, ПК-2-В1, УК-1-У1, УК-1-В2, ПК-2-У2)

1. Какая из этих жидкостей не является капельной?
2. Какая из этих жидкостей не является газообразной?
3. Реальной жидкостью называется жидкость...
4. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?
5. Коэффициент объемного сжатия определяется по формуле...
6. При увеличении температуры силы поверхностного натяжения...
7. Вязкость газа при увеличении температуры...

8. Величина гидростатического давления зависит...
9. Основное уравнение гидростатического давления.
10. Приборы для измерения давления.
11. Гидростатическое давление в точке А, расположенной на глубине  $h$  м?
12. Система дифференциальных уравнений равновесия жидкости (Эйлера).
13. Как изменится угол наклона свободной поверхности в цистерне, двигающейся с постоянным ускорением.
14. Давление жидкости, действующее на дно сосуда.
15. Сила, действующая со стороны жидкости на погруженное в нее тело равна...
16. Проведенная через объем жидкости поверхность, во всех точках которой давление одинаково, называется...
17. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется...
18. Объем жидкости, протекающий за единицу времени через живое сечение называется...
19. Отношение расхода жидкости к площади живого сечения называется...
20. Маслопровод заполнен по всему сечению трубы. Дано: диаметр трубы  $d$ , весовой расход  $Q_G$ , плотность  $\rho$ . Определите среднюю скорость движения  $u$ .
21. Уравнение неразрывности.
22. Элементарная струйка – это...
23. Дифференциальные уравнения Эйлера для движения идеальной жидкости (движения без внутреннего сопротивления).
24. Уравнение Бернулли для реальной и идеальной жидкости.
25. Смысл и название каждого слагаемого в уравнении Бернулли.
26. Потерянная высота характеризует...
27. Уравнение Бернулли для двух различных сечений потока дает взаимосвязь между...
28. Коэффициент Кориолиса.
29. Каков принцип построения линии изменения потенциальной энергии?
30. Чем вызваны местные потери энергии и линейные потери?
31. На какие виды делятся гидравлические сопротивления?
32. При каком режиме движения жидкости в трубопроводе пульсация скоростей и давлений не происходит?
33. Распределение скорости движения жидкости в поперечном сечении трубы при турбулентном и ламинарном режимах?
34. Число Рейнольдса.
35. От чего зависит коэффициент гидравлического трения в различных областях турбулентного режима?
36. Какие трубы имеют наименьшую абсолютную шероховатость?
37. Укажите в порядке возрастания абсолютной шероховатости материалы труб.
38. Основная причина потери напора в местных гидравлических сопротивлениях.
39. Для чего служит формула Вейсбаха-Дарси?
40. Расчет трубопроводов.
41. Скорость истечения жидкости через отверстие.
42. Расход жидкости через отверстие.
43. Коэффициенты, характеризующие истечение жидкости из отверстий и насадок.
44. Расход жидкости и общая потеря напора при подаче жидкости по параллельно соединенным трубопроводам.
45. Расход жидкости и общая потеря напора при подаче жидкости по последовательно соединенным трубопроводам.
46. Физический смысл критериев Рейнольдса, Вебера, Фруда.

Подробное описание оценочных материалов для аттестации обучающихся приведено в ФОМ.

### **5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса из установленного перечня. Первый вопрос относится к разделу 1 (техническая термодинамика), второй к разделу 2 (механика жидкости и газа). Билеты хранятся на кафедре ММ им. С.П. Угаровой и утверждены ее заведующим.

Пример экзаменационного билета:

1. Какие условия необходимо соблюдать, чтобы термодинамический процесс был обратимым? Что является причиной необратимости реальных термодинамических процессов?
2. Структура и особенности жидкого и газообразного состояния. Гипотеза сплошности. Предмет и методы МЖГ.

### **5.4. Методика оценки освоения дисциплины**

*Требования к оцениванию обучающихся на экзамене:*

*отлично:*

студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу.

туру;
<i>хорошо:</i>
студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;
<i>удовлетворительно:</i>
студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;
<i>неудовлетворительно:</i>
студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неправильные или неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.
<i>неявка:</i>
обучающийся на экзамен не явился.
<i>Условия допуска к экзамену по дисциплине</i>
1) <i>Защита домашнего задания</i>
<i>Зачтено:</i> студент показывает глубокое знание материала, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой: основной и дополнительной.
<i>Не зачтено:</i> студент не понимает сущности излагаемого вопроса, допускает грубые ошибки при выполнении домашнего задания, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.
1) <i>Выполнение и защита лабораторных работ</i>
<i>Зачтено:</i> студент уверенно применяет на практике полученные знания, грамотно и логически стройно излагает материал, в отчете и при ответе умеет формулировать выводы из проделанных экспериментов с применением теоретических знаний, допускает незначительные ошибки.
<i>Не зачтено:</i> студент при лабораторных исследованиях не умеет применять полученные знания, допускает грубые ошибки в отчете и при ответе.
2) <i>Решение задач на практических занятиях</i>
<i>Зачтено:</i> студент показывает достаточно глубокие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных умений на практике, владеет математическим аппаратом, демонстрирует пользование компьютером как средством обработки информационных массивов; при наличии ошибок уверенно исправляет их после дополнительных и наводящих вопросов.
<i>Не зачтено:</i> студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные или неверные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.
3) <i>Итоговая контрольная работа в виде теста</i>
<i>Зачтено:</i> студент правильно ответил на 70 и более процентов вопросов.
<i>Не зачтено:</i> правильных ответов менее 70 %.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ				
6.1. Рекомендуемая литература				
6.1.1 Основная литература				
Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 1.1	С.Я. Корницкий, Я.М. Рубинштейн	Общая теплотехника	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=222223">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=222223</a>	Москва; Ленинград: Гос. энергетическое изд-во, 1952.
Л 1.2	Л.В. Лифенцева; ред. Н.В. Шишкина	Теплотехника	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141513">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=141513</a>	Кемерово: КемГУ, 2010.
Л 1.3	Ю.В. Овчинников, С.Л. Елистратов, Ю.И. Шаров	Основы теплотехники	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575262">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=575262</a>	Новосибирск: НГТУ, 2018.
Л 1.4	В.А. Никитин	Лекции по теплотехнике: конспект лекций	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259242">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259242</a>	Оренбург : ОГУ, 2011
Л 1.5	А.А. Андрижиев-	Механика	Электронная библиотечная система «Университет-	Минск :

	ский	жидкости и газа	ская библиотека» ONLINE URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450395">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450395</a>	Вышэйшая школа, 2014
Л 1.6	А.А. Гусев	Механика жидкости и газа	ЭБС Юрайт URL: <a href="https://urait.ru/bcode/449821">https://urait.ru/bcode/449821</a>	Москва: Издательство Юрайт, 2020

#### 6.1.2 Дополнительная литература

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 2.1	В.Л. Ерофеев, П.Д. Семенов, А.С. Пряхин.	Теплотехника	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : ИКЦ "Академкнига", 2008.
Л 2.2	В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер	Теплотехника	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Высшая школа, 2003.
Л 2.3	В.Н. Метревели	Сборник задач по курсу гидравлики с решениями	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	М. : Высшая школа, 2007.
Л 2.4	В.В. Федина, А.С. Тимофеева, Т.В. Никитченко.	Техническая термодинамика	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: "ТНТ", 2014.
Л 2.5	В.С. Калекин, С.Н. Михайлец	Гидравлика и теплотехника	ЭБС Юрайт URL: <a href="https://urait.ru/bcode/457000">https://urait.ru/bcode/457000</a>	Москва: Издательство Юрайт, 2020
Л 2.6	Ю.В. Видин, Р.В. Казаков, В.В. Колосов	Теоретические основы теплотехники:	Электронная библиотечная система «Университетская библиотека» ONLINE URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497752">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=497752</a>	Красноярск : СФУ, 2015

#### 6.1.3 Методические разработки

Обозначение	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л 3.1	В.В. Федина, А.С. Тимофеева, А.А. Кожухов	Теплотехника. Учебно-методическое пособие для практических занятий	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2020.
Л 3.2	В.В. Федина, А.С. Тимофеева, А.А. Кожухов.	Теплотехника. Лабораторный практикум	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2019
Л 3.3	В.В. Федина, А.С. Тимофеева, А.А. Кожухов.	Теплотехника. Методические указания по выполнению домашнего задания	НТБ СТИ НИТУ «МИСИС»	Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСИС», 2019

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э 1	Основные законы термодинамики <a href="https://www.youtube.com/watch?v=WDcWmR58CJo&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=WDcWmR58CJo&amp;feature=emb_logo</a>
Э 2	Второй закон термодинамики <a href="https://www.youtube.com/watch?v=5NjnvCB4ulU&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=5NjnvCB4ulU&amp;feature=emb_logo</a>
Э 3	Дросселирование паров и газов

	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7If_8mRKga0&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=7If_8mRKga0&amp;feature=emb_logo</a>
Э 4	Как это устроено Четырёхтактный двигатель <a href="https://www.youtube.com/watch?v=CbMx1-x9_5M&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=CbMx1-x9_5M&amp;feature=emb_logo</a>
Э 5	Неньютоновская жидкость <a href="https://yandex.ru/video/search?from=tabbar&amp;text=Галилео%20ТС%20неньютоновская%20жидкость">https://yandex.ru/video/search?from=tabbar&amp;text=Галилео%20ТС%20неньютоновская%20жидкость</a>
Э 6	Уравнение Бернулли для потока жидкости <a href="https://yandex.ru/video/search?from=tabbar&amp;text=Уравнение%20Бернулли%20для%20потока%20жидкости">https://yandex.ru/video/search?from=tabbar&amp;text=Уравнение%20Бернулли%20для%20потока%20жидкости</a>
Э 7	Местные гидравлические сопротивления <a href="https://yandex.ru/video/search?text=Местные+гидравлические+сопротивления">https://yandex.ru/video/search?text=Местные+гидравлические+сопротивления</a>
Э 8	Истечение жидкости из отверстий и насадков <a href="https://www.youtube.com/watch?v=lgFAvAGWeQE&amp;feature=emb_logo&amp;ab_channel=%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%8B%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%A2%D0%B5%D1%85">https://www.youtube.com/watch?v=lgFAvAGWeQE&amp;feature=emb_logo&amp;ab_channel=%D0%9D%D0%B0%D1%81%D0%BE%D1%81%D1%8B%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%A5%D0%B8%D0%BC%D0%A2%D0%B5%D1%85</a>

### 6.3. Перечень программного обеспечения

П 1	Microsoft Windows,
П 2	Microsoft Office.

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И 1	- Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСИС):
И 2	- аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 3	- аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И 4	- наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И 5	- научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1	<b>Аудитория № 308</b> <b>Лаборатория технической термодинамики и механики газов</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест стенд ЭМЖ-09-14ЛР-01 ПЗ «Экспериментальная механика жидкости», персональный компьютер ПЭВМ "ХОПЕР", проектор для презентаций ЕВ-460. стенд ОГД-09-11ЛР-01 «Основы газовой механики» установка ГД-2 установка для определения отношения молярных теплоемкостей газа ФПТ 1-6н, психрометр аспирационный МВ-4М.
7.2	<b>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</b> <b>Аудитория № 306</b> <b>Лаборатория моделирования металлургических процессов и информационных технологий</b> Перечень основного оборудования, учебно-наглядных пособий: комплект учебной мебели на 25 посадочных мест, рабочая станция Core i3-4130 – 4 шт, рабочая станция HP Z420 – 8 шт, проектор для презентаций Acer X1111 DLP Projector QSV 1032. В помещении для самостоятельной работы обучающихся имеется подключение к сети «Интернет» и доступ в электронную информационно-образовательную среду организации.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

<p>Успешное изучение курса «Теплотехника» требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнение всех лабораторных работ, ознакомления с основной и дополнительной литературой. Во время лекции студент должен вести краткий конспект лекций. Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам. При подготовке к практическим занятиям необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме. За 10 минут до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале. Оставшиеся невыполненные пункты практического занятия студент обязан доделать самостоятельно. После проверки преподаватель может проводить устный или письменный опрос у студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия. При подготовке к экзамену в дополнение к изучению конспектов лекций, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При возникновении любых вопросов по содержанию курса и организации рабо-</p>
--

ты своевременно обращаться к преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas). Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации.